

# 國立中央大學八十五學年度碩士班研究生入學試題卷

所別: 機械工程研究所 丁組 科目: 自動控制 共 2 頁 第 1 頁

in MExams--.doc M.S. entrance exams for NCU ME in year 85 TLYeh rev 85.4.8 (總共四題)

(I) (25%) The open-loop transfer function of a system and its controller is shown below

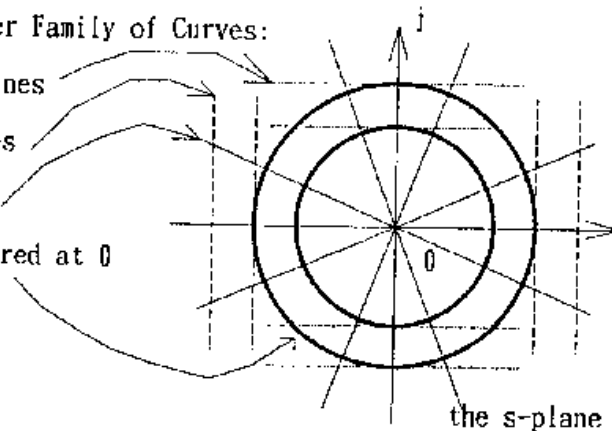
$$G(s)H(s) = \frac{K(s+1)}{s(s-1)(s^2+4s+16)}$$

Find the range of the controller gain  $K$  which would result in a stable closed-loop system under unity negative feedback, find also the resonance frequency when the feedback control results in marginal stability (also called limited stability).

(II) (a) (8%) Consider a simplified second-order system whose characteristic equation is  $s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2$ , and several constant-parameter families of curves on the  $s$  plane are shown below, explain the characteristics of the four families of curves shown below:

Constant Parameter Family of Curves:

- (a) horizontal lines
- (b) vertical lines
- (c) radial lines
- (d) circles centered at 0



(b) (22%) An uncompensated system with an adjustable controller gain  $K$  has its open-loop transfer function as

$$GH = \frac{K}{s(s+2)}$$

Design a proper controller gain and a phase-lag compensator in series with the controller such that the closed-loop system under unity negative feedback satisfies the following dynamic properties: (1) the damping ratio of its dominant complex roots is 0.45 and (2) there is only 5% steady-state error in response to a ramp input.

[Hint] You can make approximations in order to properly decouple the design of your controller parameters, but you must verify that the conditions for your approximations to hold are satisfied reasonably in your results.

(續...)

# 國立中央大學八十五學年度碩士班研究生入學試題卷

所別：機械工程研究所 丁組 科目：自動控制 共 2 頁 第 2 頁

(111) (20%) 有一群系統組的研究生在玩自己寫的猜骰子顏色的電腦遊戲。電腦程式會從256色的色盤中隨意內定128個不同顏色的骰子給玩的同學猜。玩的人每次都可以從256色盤中以數字的方式選出128個色做為一個猜測。電腦檢查後回答這猜測中總共有幾個是猜對的。如果猜了“N”次還沒猜對，電腦就算同學輸，並且會說（差與這樣的自控工程師為伍）之類的羞辱的話。

這是一個視窗環境下的遊戲程式，因此同學們可以同時用一個可以做矩陣運算的軟體套件來幫忙（像 MatLab 或 MATRIXx 或 MathCAD 或 Mathematica 或 PowerStation）。（提示（不要被256或128的龐大嚇到，您可以試用 4選2，8選3，等例子來先分析看看！））請問：

- (a) 您要怎樣用“能做矩陣運算及其他線性代數運算而不能做邏輯判斷”的軟體來幫忙（用公式來說明，不要寫出特定軟體所適用的程式）？
- (b) 如果由您來設計這個遊戲程式，您要怎樣才算嚴格但合理的定出這個“N”值？您應該怎麼玩這個遊戲才能保證不會超過您自己設定的“N”值而被電腦恥笑？
- (c) 接續(b)，如果這個遊戲程式會紀錄同學玩贏時的次數（相同的次數僅紀錄一次），而且您可以把這個紀錄列印出來，請描述這個紀錄可能出現的樣子。

(1V) 某汽車工廠的噴漆程序中需要將車體浸入溫水池中清洗。該水池如圖一所示，其尺寸為 50m長、5m寬、3m深。由進水管注入清水，而由水槽頂緣上的支架支撐的浮筒、連桿及連接出水閘閥連桿以控制出水量，而加熱器則是用來控制水溫。其中進水量  $q_{in}$  可任意設定從 0~45m<sup>3</sup>/min，進水溫度則為當日氣溫。浮筒、支架及出水閘閥連桿如圖一及圖二所示，其中浮筒在水面的浮力中心至支架支點之長為  $L_1=1m$  高度差為  $h_1$ ，而支架至出水閘閥連桿距離為  $L_2$  可設定為 20、30、40、或50cm。連桿與出水閘閥連桿的連接點與支架支點的高度差為  $h_2$ ， $h_2$  與出水量  $q_{out}$  的關係則如圖三所示。從加熱器輸入的熱流量可以任意設定在 0 至 500000 Kcal/min 之間。正常運作時，池水水位  $h_v$  應維持在 2.5m，水溫在 40C。請問：（需將您所做的適當的重要假設解釋清楚）

- (a) (5%) 建立在正常運作時的池水水位  $h_v$  與進水量  $q_{in}$  的關係的數學模型；
- (b) (5%) 建立在正常運作時的池水溫度  $T$  與進水量  $q_{in}$  及加熱器輸出熱流量  $Q$  的關係的數學模型；
- (c) (15%) 該汽車廠在春節停工期間將池水全部放光以便清洗池底。假設您是該工廠的控制工程師，在年初五復工時（當日氣溫為 25C），你該如何在 20分鐘內將水池恢復到平日正常運作時的狀態：“水深 2.5m，水溫 40C”，並且讓穩態誤差維持在 5% 之內。

